

茶翅蝽生长发育、繁殖及若虫 各龄期形态特征研究*

詹海霞^{1,2**} 陈菊红^{1,3} 米倩倩^{1,4} 李文敬^{1,3} 张峰^{1,4} 张金平^{1,4***}

(1. 中国农业科学院植物保护研究所, 农业农村部-CABI 生物安全联合实验室, 北京 100193; 2. 安徽省农业科学院作物研究所, 合肥 230031; 3. 吉林农业大学植物保护学院, 长春 130118; 4. CABI 东亚中心, 北京 100081)

摘要 【目的】为掌握茶翅蝽 *Halyomorpha halys* (Stål) 的发生及为害特性, 进一步采取有效的防治措施, 本文测定了茶翅蝽卵到成虫的发育历期、成虫的寿命及其繁殖能力, 并研究了茶翅蝽若虫各龄期的形态特征。【方法】本文在温度 (25±1) °C, 湿度 RH 70%±5%, 光照周期 16 L : 8 D 的实验条件下, 采用单头饲养法, 测定了茶翅蝽从卵到成虫的生长发育历期、1-5 龄若虫的形态特征, 并通过新羽化成虫配对饲养测定成虫的寿命及雌虫的繁殖能力。【结果】茶翅蝽卵到成虫的发育历期为 (44.98±2.54) d, 其中卵的发育历期为 (6.90±0.05) d, 孵化率为 96.06%; 若虫总发育历期为 (38.08±2.49) d, 1-5 龄历期分别为 (5.41±0.17)、(9.17±0.15)、(6.73±0.16)、(7.46±0.49) 和 (9.28±0.32) d, 若虫总存活率为 59.97%; 雌、雄成虫寿命分别为 (30.80±2.41) d 和 (36.56±2.82) d; 雌成虫产卵前期为 11.80 d, 持续产卵期为 14.08 d, 单雌一生平均产卵量为 83.80 粒。茶翅蝽 1 龄若虫色彩鲜艳, 黄色、褐色或橘红色, 体长为 (1.93±0.03) mm, 宽为 (1.43±0.02) mm, 足胫节黑色无白斑; 2-5 龄若虫主体均为黑色, 2 龄胸部背板黑色、无黄斑, 足胫节黑色无白斑, 体长为 (2.52±0.05) mm, 宽为 (1.73±0.03) mm; 3 龄胸部背板黑色且有黄斑、无翅芽, 足胫节黑色并带有白斑或白环, 体长为 (4.29±0.05) mm, 宽为 (2.93±0.06) mm; 4 龄翅芽开始显现延伸至后胸后缘, 足胫节有白环, 体长为 (6.46±0.10) mm, 宽为 (4.46±0.08) mm; 5 龄翅芽末端近达腹部第 2 节后缘, 足胫节有白环, 体长为 (9.25±0.19) mm, 宽为 (6.18±0.16) mm。【结论】在 25 °C 下, 茶翅蝽卵到成虫的发育历期为 44.98 d, 卵到成虫的存活率为 57.60%, 平均每雌产卵量为 83.80 粒。翅芽的发育特征及足胫节上是否有白色环纹是辨别若虫各龄期的重要依据。

关键词 茶翅蝽; 发育历期; 成虫寿命; 繁殖力; 若虫体型大小; 若虫形态特征

Development, fecundity and nymph morphology, of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stål)

ZHAN Hai-Xia^{1,2**} CHEN Ju-Hong^{1,3} MI Qian-Qian^{1,4} LI Wen-Jing^{1,3}
ZHANG Feng^{1,4} ZHANG Jin-Ping^{1,4***}

(1. MARA-CABI Joint Laboratory for Bio-safety, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 2. Crop Research Institute, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei 230031, China; 3. College of Plant Protection, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China; 4. CABI East Asia, Beijing 100081, China)

Abstract [Objectives] To determine the developmental duration from egg to adult, fecundity and longevity of *Halyomorpha halys* adults, and describe the morphological characteristics of each nymph instar. [Methods] Individual egg masses of *H. halys* were hatched in a Petri dish. First to 5th instar nymphs were individually reared and checked after each molt to record their developmental duration and morphological characteristics. The fecundity and lifespan of *H. halys* adults were measured by rearing male and female pairs. All experiments were conducted at (25±1) °C, 65%±5% RH, under a 16L : 8D photoperiod. [Results] The developmental duration of *H. halys* from egg to adult was (44.98±2.54) d. The duration of the

*资助项目 Supported projects: 中国捐赠 CABI 发展基金

**第一作者 First author, E-mail: zhanertu@163.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: j.zhang@cabi.org

收稿日期 Received: 2019-04-28; 接受日期 Accepted: 2019-09-08

egg stage was 6.90 d, and the hatching rate was 96.06%. The total duration of the nymph stage was (38.08 ± 2.49) d, and that of the 1st, 2nd, 3rd, 4th, and 5th instars was (5.41 ± 0.17) , (9.17 ± 0.15) , (6.73 ± 0.16) , (7.46 ± 0.49) and (9.28 ± 0.32) d, respectively. The average survival rate of nymphs was 59.76%. The mean longevity of females and males was (30.80 ± 2.41) and (36.56 ± 2.82) d, respectively. The lifetime fecundity of *H. halys* females was 83.80 eggs on average. The duration of the pre-oviposition and oviposition periods was 11.80 and 14.08 d, respectively. 1st instar nymphs are usually yellowish, brown or orange in color, with a body length of (1.93 ± 0.03) mm and width of (1.43 ± 0.02) mm. 2nd-5th instar nymphs are often black (not as colorful as 1st instar nymphs). The 2nd instar has a black chest dorsal area without yellow freckling, black tibiae without white spots and a body length and width of (2.52 ± 0.05) mm and (1.73 ± 0.03) mm, respectively. The 3rd instar has a black chest dorsal area with yellow freckling, black tibiae with white spots or annulation, and a body length and width of (4.29 ± 0.05) mm and (2.93 ± 0.06) mm, respectively. The 4th instar has wing buds that extend to the edge of the posterior thorax, black tibiae with white annulation, and a body length and width of (6.46 ± 0.10) mm and (4.46 ± 0.08) mm, respectively. The 5th instar has very obvious wing buds reaching to the end of the posterior margin of the 2nd ventral segment, black tibiae with white rings, and a body length and width of (9.25 ± 0.19) mm and (6.18 ± 0.16) mm, respectively. **[Conclusion]** The developmental duration of *H. halys* from egg to adult was (44.98 ± 2.54) d and the survival rate was 57.60%. The lifetime fecundity was 83.80 eggs per female. The developmental stage of wing buds and the presence of white annulation on the tibiae are key morphological characteristics for distinguishing different nymph instars.

Key words *Halyomorpha halys*; developmental duration; longevity; fecundity; body size of nymphs; morphological characteristics of nymphs

茶翅蝽 *Halyomorpha halys* (Stål), 属半翅目 Hemiptera、蝽科 Pentatomidae、蝽亚科 Pentatominae、茶翅蝽属 *Halyomorpha* (Distant, 1899)。在我国目前除青海未见报道, 其他各省(区)均有分布, 并大量发生且严重为害(章士美, 1985; 虞国跃等, 2016)。茶翅蝽在韩国和日本作为本地种群亦广泛分布, 是重要的农林害虫(Hoebeke and Carter, 2003)。近年来, 茶翅蝽扩散至欧洲、北美洲及南美洲等地, 成为一种世界范围内的入侵害虫(Rice *et al.*, 2014; Haye *et al.*, 2015; Faúndez and Rider, 2017), 引起了全世界的关注。

茶翅蝽寄主广泛, 据统计可为害 300 多种植物, 包括多种水果(苹果、桃、梨等)、蔬菜(西红柿、豇豆、辣椒等)及大田作物(玉米、大豆等), 此外, 亦为害泡桐和洋槐等园林绿化树木(Hoffmann, 1931; 李长安, 1982; 章士美, 1985; Northeastern IPM Center, 2018)。在我国 20 世纪 60-70 年代, 茶翅蝽不作为主要防治对象。进入 80 年代之后, 因为种植与耕作条件发生改变和化学农药的大量使用, 直接导致茶翅蝽的虫口密度大幅度上升, 成为果树上重要害虫之一。在长江以北地区, 茶翅蝽对梨树和桃树的危害日益严

重, 危害率达到 50%-80% (秦维亮, 1990; 余春林等, 2002)。在发生严重的年份, 管理粗放的梨园害果率达 99% (褚凤杰等, 1997)。在有机生态园中对早、中、晚熟苹果的为害率均在 20%以上(张君明等, 2007)。近年来, 在素有“猕猴桃之乡”的陕西周至和眉县, 茶翅蝽对猕猴桃为害较为严重。据统计, 在未使用化学农药的果园中茶翅蝽对农大金迷品系的为害率在 50%以上。

茶翅蝽的世代发育经由卵、若虫和成虫 3 个时期, 其中若虫又分为 5 个龄期。高龄若虫和成虫利用其刺吸式口器吸取植物果实、枝条和嫩叶中的汁液。若虫常群集为害, 而成虫则常成对在同一果实上为害(王源岷和王英男, 1988)。受害果实轻则会出现凹陷斑, 重则可造成畸形, 甚至落果(余春林等, 2002; Rice *et al.*, 2014; Bariselli *et al.*, 2016)。茶翅蝽在刺吸为害的同时, 可传播病毒, 已有研究证明该虫可传播泡桐丛枝病的植原体病毒(Hiruki, 1997; 孙志强等, 1999)。另外, 茶翅蝽成群聚集在屋宇墙壁和天花板上, 当受到干扰时会释放出难闻气味, 直接影响人们的生活(Mueller *et al.*, 2011; Inkley, 2012)。因此, 茶翅蝽已不仅是农林害虫, 还是

城市和住宅内的主要害虫 (Sauer, 2012)。

茶翅蝽对人类的农业生产、居住和生活都带来不利的影响,对该害虫的检疫防范及防治研究是近年来国内外学者研究的热点。然而,在我国对茶翅蝽的形态特征、生长发育及繁殖特性鲜有报道。为了正确认识该害虫并掌握其基本生物学特性,本研究测定了茶翅蝽从卵到成虫的生长发育历期、成虫寿命及繁殖能力,并明确了茶翅蝽 1-5 龄若虫的鉴别特征,以期为茶翅蝽的综合防控策略提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

茶翅蝽成虫采集于北京市海淀区百望山 ($40^{\circ}02' N$, $116^{\circ}15' E$),在帐篷式养虫笼中 ($60\text{ cm}\times 60\text{ cm}\times 60\text{ cm}$) 饲养并建立实验种群,提供鲜食玉米和菜豆角种实作为食物,每 2 d 更换新鲜食物。并提供 3-5 块面积为 50 cm^2 的医用纱布供其产卵。

1.2 实验条件

实验在控温养虫室内进行,温度 (25 ± 1) $^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $70\%\pm 5\%$,光照周期 16 L : 8 D。

1.3 实验方法

1.3.1 茶翅蝽各虫态的生长发育历期、各若虫大小及形态特征研究 在茶翅蝽饲养笼中收集当日产的茶翅蝽卵块 (共 9 块),每卵块置于培养皿中 ($\Phi = 9\text{ cm}$),并记录收集日期。将培养皿置于养虫室内饲养观察,每天观察并记录卵的孵化情况。待卵孵化后,1 龄若虫蜕皮当天将其转移至养虫盒 (体积 250 mL) 中单独饲养,并提供鲜食玉米和豆角作为食物。每天观察记录若虫蜕皮和死亡情况并更换食物,直至成虫。

待茶翅蝽各龄期若虫蜕皮后,当天采用游标卡尺测量各若虫的体长和宽,并在解剖镜 (SZX7, Olympus, Japan) 下观察茶翅蝽各若虫阶段的形态特征,并拍照。

1.3.2 茶翅蝽繁殖力的测定 将当日羽化的茶翅蝽雌、雄成虫配对置于一养虫盒 (体积 250 mL) 中,提供鲜食玉米和豆角作为食物,供

其取食,每天更换食物。并提供 3-5 块医用纱布供其产卵。待成虫产卵后,记录茶翅蝽雌成虫产卵日期、所产的卵粒数、卵块数和雌、雄成虫的死亡时间。若雄虫死亡,补充一头与雌成虫日龄相近的雄虫继续饲养,共设置 25 个重复。

1.4 数据分析

实验数据采用 Excel 进行整理,并用 SPSS19.0 进行统计分析。卵孵化率及若虫存活率经反正弦转换后进行方差分析,每个卵块作为一个重复;各龄若虫的发育历期和存活率用 ANOVA 进行单因素方差分析,并用 Tukey 方法进行多重比较分析;卵孵化率、若虫存活率和雌雄成虫寿命采用独立样本 t -检验进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 卵到成虫的发育历期

在温度 (25 ± 1) $^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $70\%\pm 5\%$,光照周期 16 L : 8 D 的实验条件下,茶翅蝽卵到成虫的平均发育历期为 (44.98 ± 2.54) d,最长为 53 d,最短为 30 d。茶翅蝽的卵期为 (6.90 ± 0.05) d,若虫期为 (38.08 ± 2.49) d。且若虫各龄龄期间差异显著 ($F_{(4,40)} = 31.42$, $P < 0.001$),分别为 (5.41 ± 0.17)、(9.17 ± 0.15)、(6.73 ± 0.16)、(7.46 ± 0.49) 和 (9.28 ± 0.32) d (表 1)。

2.2 卵孵化率及若虫存活率

茶翅蝽的卵孵化率高达 96.06%,显著高于若虫存活率 59.97% ($t = 7.15$, $df = 16$, $P < 0.001$)。茶翅蝽若虫的各龄存活率随着龄期的增加而升高 ($F_{(4,40)} = 7.15$, $P = 0.045$)。其中,5 龄若虫的存活率为 96.89%,显著高于 1 龄若虫 (83.67%) (Tukey, $P = 0.017$),其它各龄若虫的存活率无显著差异 (图 1)。

2.3 成虫寿命及繁殖力

2.3.1 雌、雄成虫寿命 茶翅蝽雌成虫寿命和雄成虫寿命之间无显著差异 ($t = -1.55$, $df = 48$, $P = 0.127$),雌、雄成虫的寿命分别为 (30.80 ± 2.41) d 和 (36.56 ± 2.82) d (图 2)。

表 1 茶翅蟥卵和若虫的发育历期
Table 1 Developmental time of *Halyomorpha halys* eggs and nymphs

	虫数 (头) Number	最长龄期 (d) The longest period	最短龄期 (d) The shortest period	平均龄期 (d) Average (mean±SE)
卵 Egg	253	10	5	6.90±0.05
1 龄若虫 1st instar	243	7	4	5.41±0.17 c
2 龄若虫 2nd instar	204	14	7	9.17±0.15 a
3 龄若虫 3rd instar	176	12	6	6.74±0.16 b
4 龄若虫 4th instar	159	12	6	7.47±0.49 b
5 龄若虫 5th instar	146	15	7	9.28±0.32 a
若虫期总计 Total		53	30	38.08±2.49

同列数据后标有不同字母表示经 ANOVA Tukey's 多重比较在 $P < 0.05$ 水平差异显著。

Data with the different letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level by ANOVA Tukey's test.

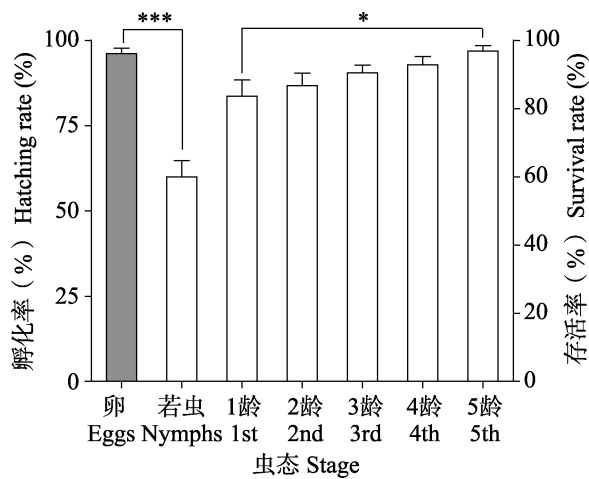


图 1 茶翅蟥的卵孵化率及若虫存活率

Fig. 1 The eggs hatching rates and the nymphs survival rates of *Halyomorpha halys*

图中数据为平均值±标准误。***表示经独立样本 t -检验在 $P < 0.001$ 水平差异显著,

*表示经 ANOVA Tukey's 多重比较在 $P < 0.05$ 水平差异显著。

Data in the figure are mean±SE. *** indicates significant difference at 0.001 level by independent sample t -test.

* indicates significant difference at 0.05 level by ANOVA Tukey's test.

2.3.2 雌成虫繁殖力 茶翅蟥雌成虫羽化后,最早从 8 日龄开始产卵,出现 2 次产卵高峰期,第 1 次产卵高峰期出现在 13 日龄,第 2 次产卵高峰期出现在 16 日龄。产卵持续 1 周后,累积产卵量达到 46.68%,产卵持续 2 周后,累积产卵量达到 74.79%,产卵持续 3 周后,累积产卵量达到 82.30%,产卵持续到第 5 周便极少产卵。

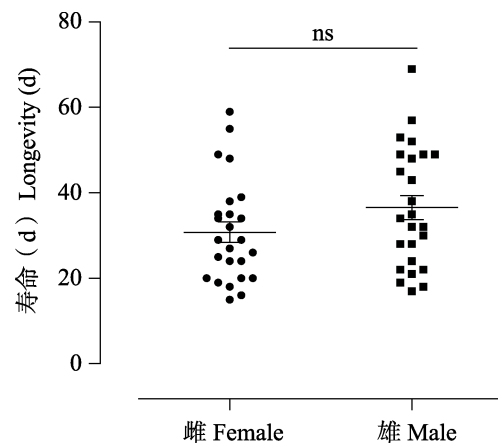


图 2 茶翅蟥成虫寿命

Fig. 2 Longevity of *Halyomorpha halys* adults

图中数据为均值±标准误。ns 表示经独立样本 t -检验在 $P < 0.05$ 水平差异不显著。

Data in the figure are mean±SE. ns indicates no significant difference at 0.05 level by independent sample t -test.

茶翅蟥雌成虫的产卵前期为(11.80±0.63) d,产卵期持续(14.08±2.63) d。每雌成虫一生产卵量为(83.80±11.24)粒,最多 248 粒,最少 16 粒,一生产卵次数为(3.96±0.46)块,最多 9 块,最少 1 块。80%以上的卵块,卵粒数为 28 粒。

2.4 茶翅蟥若虫各龄期体型大小及形态特征研究

2.4.1 茶翅蟥若虫各龄期体型大小 茶翅蟥若虫随着龄期的增长体型增大,1-5 龄若虫体长分别为(1.93±0.03), (2.52±0.05), (4.29±0.05), (6.46±0.10)和(9.25±0.19) mm。体宽分别为

(1.43 ± 0.02), (1.73 ± 0.03), (2.93 ± 0.06), (4.46 ± 0.08), 和 (6.18 ± 0.16) mm (图 3)。

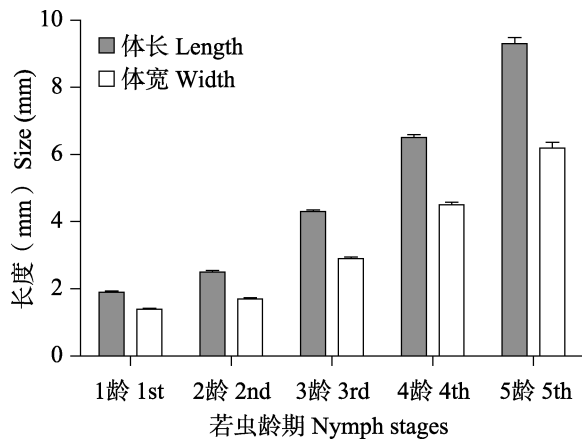


图 3 茶翅蟥各龄若虫体型大小

Fig. 3 Body size of *Halyomorpha halys* nymphs

2.4.2 茶翅蟥各龄期若虫形态特征 茶翅蟥卵为圆筒形, 根据成虫取食寄主植物的不同, 卵的颜色呈淡绿色或白色, 多粒卵聚集成为一个卵块, 每个卵块通常由 28 粒卵组成 (图 4: A)。卵壳上三角形破卵器出现后, 1 龄若虫很快孵化, 孵化后聚集在卵壳的周围 (图 4: B)。

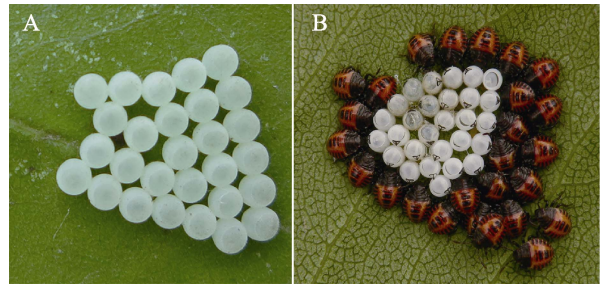


图 4 茶翅蟥的卵块 (A) 茶翅蟥卵壳及其初孵若虫 (B)
Fig. 4 Egg mass (A), and egg shell and young nymph (B) of *Halyomorpha halys*

1 龄若虫: 扁圆形; 初孵若虫白色, 渐成彩色 (通常为橘红色, 黄色或黄褐色); 触角 4 节, 第 3 节末端白色环不明显; 足黑色; 胸部背面黑色; 腹部背面彩色, 有 3 个黑色横斑; 无刺突; 无翅芽 (图 5: A, 图 6: A)。

2 龄若虫: 扁梨形; 触角 4 节, 第 3 节末端出现明显白色环; 足的腿节基部出现白色斑, 足胫节中部黑色; 胸部背面黑色无斑; 腹部背面黑色; 胸部及腹部第 1-2 节有明显刺突; 无翅芽 (图 5: B, 图 6: B)。

3 龄若虫: 椭圆形; 触角 4 节, 第 3 节末端

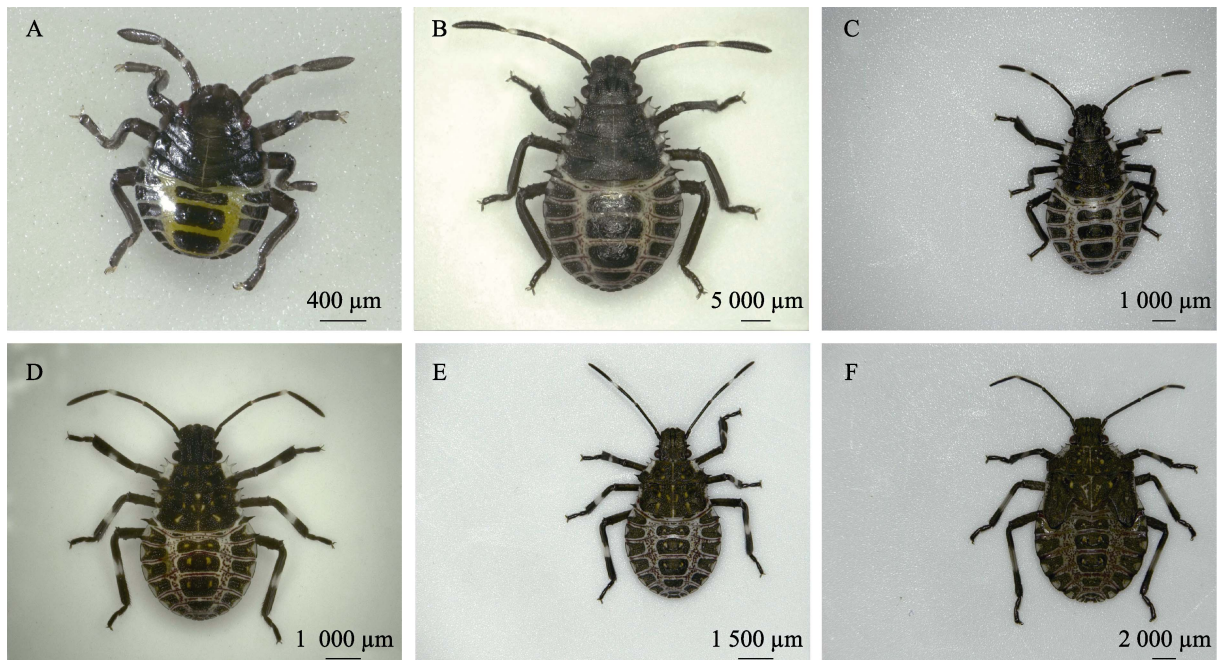


图 5 茶翅蟥 1-5 龄若虫背部特征

Fig. 5 Dorsal characteristics of *Halyomorpha halys* first to fifth instars nymphal morphology

A. 1 龄若虫; B. 2 龄若虫; C, D. 3 龄若虫; E. 4 龄若虫; F. 5 龄若虫。

A. First instar; B. Second instar; C, D. Third instar; E. Fourth instar; F. Fifth instar.

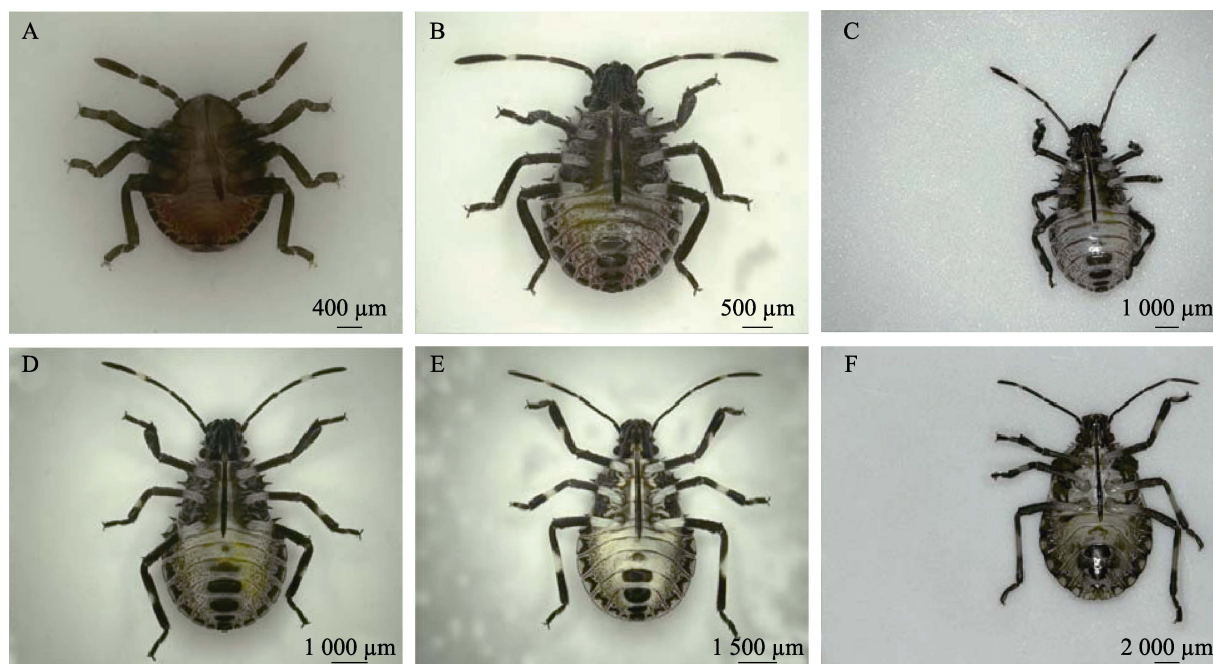


图 6 茶翅蝽 1-5 龄若虫腹部特征

Fig. 6 Ventral characteristics of *Halyomorpha halys* first to fifth instars nymphal morphology

A. 1 龄若虫; B. 2 龄若虫; C, D. 3 龄若虫; E. 4 龄若虫; F. 5 龄若虫。

A. First instar; B. Second instar; C, D. Third instar; E. Fourth instar; F. Fifth instar.

白色环明显; 足的腿节基部白色; 足胫节及腹部背面形态有变(足胫节黑色, 腹部背面 4 个黑色横斑上无刻点)(图 5: C, 图 6: C); 或者足胫节中部具白色环, 腹部背面 4 个黑色横斑上有 3 对黄色刻点(图 5: D, 图 6: D); 刺突明显, 无翅芽。

4 龄若虫: 椭圆形; 触角 4 节, 第 3 节末端白色环明显; 足的腿节基部白色, 足胫节中部白色环明显; 腹部背面有 4 横斑, 其上有 3 对黄色刻点; 刺突明显; 前翅翅芽开始显现, 并延伸至后胸后缘(图 5: E, 图 6: E)。

5 龄若虫: 椭圆形略扁平; 触角 4 节, 第 3 节末端白色环明显; 足的腿节基部白色, 足胫节中部白色环明显; 腹部背面有 4 横斑, 其上有 3 对黄色刻点; 头及前胸刺突较中后胸及腹部的刺突明显; 前翅芽明末端近达腹部第 2 节后缘(图 5: F, 图 6: F)。

3 结论与讨论

本研究表明在温度 (25 ± 1) °C、相对湿度 $70\% \pm 5\%$ 、光周期 16 L : 8 D 的实验条件下, 茶

翅蝽卵的发育历期为 (6.90 ± 0.05) d, 卵孵化率为 96.06%。1-5 龄若虫发育历期分别为 (5.41 ± 0.17)、(9.17 ± 0.15)、(6.74 ± 0.16)、(7.47 ± 0.49) 和 (9.28 ± 0.32) d, 若虫总历期为 (38.08 ± 2.49) d, 平均存活率为 59.97%, 卵发育到成虫的存活率为 57.60%。茶翅蝽雌成虫产卵前期为 (11.80 ± 0.63) d, 平均产卵持续期为 (14.08 ± 2.63) d, 单雌一生生产卵量平均为 (83.80 ± 11.24) 粒, 最多 248 粒, 最少 16 粒。目前, 对于不同地区的茶翅蝽种群繁殖能力的研究报道有所差异。仇兰芬 (2008) 对中国北京的种群研究发现雌虫一生生产卵 1-4 块, 最多产卵 82 粒, 最少产卵 12 粒; Medal 等 (2013) 的研究表明雌成虫产卵前期为 14-25 d, 平均产卵前期为 18 d, 每雌一生生产卵 124-253 粒 (5-9 块), 平均 168 粒 (6 块); Nielsen (2008) 的实验表明交配过的雌成虫平均产卵前期为 13.35 d, 每雌一生平均产卵 212 粒 (8 块); Kawada 和 Kitamura (1983) 对日本种群研究发现, 每雌平均产卵量可达 457 粒, 是已发表文章中的最高产卵量。Costi 等 (2017) 对意大利的种群研究发现, 夏季代茶翅蝽产卵前期为 12.31 d,

每头雌虫一生平均产卵 215 粒 (2-15 块), 而越冬代茶翅蜡的产卵前期为 35.80 d, 每头雌虫一生平均产卵 285 粒 (7-15 块)。这些差异可能是由于实验条件、种群自身状态、或不同地理种群遗传的差异引起的。

对茶翅蜡各龄期若虫背面观察发现, 1 龄若虫腹部背面颜色鲜艳 (黄色、橙色或橘红色), 且聚集在卵壳周围, 其它各龄期若虫通体黑色, 局部带有白色或黄色斑点。2 龄若虫足的胫节全部黑色, 3、4 和 5 龄足的胫节有白斑或者白色环, 3 龄翅芽未发育, 4 龄有翅芽显现, 5 龄翅芽完全发育。本研究与 Rice 等 (2014) 报道的若虫形态有所差异。李向永等 (2015) 报道茶翅蜡 2 龄若虫胸部各节侧缘均有 2 个刺突, 这与本文的观察一致。崔新仪等 (2017) 比较了 9 种农林有害蜡类 (包括茶翅蜡) 高龄若虫的特征, 本研究则着重研究了茶翅蜡若虫各龄期之间的区分, 并采用更为明显易见的足胫节通体黑色作为识别特征区分 2 龄与其它龄期若虫。有趣的是本研究发现, 3 龄若虫有 2 种形态, 一种形态与崔新仪等 (2017) 和 Medal 等 (2013) 的报道一致, 另一种形态为首次报道。因此, 通过观察各龄若虫的形态差异, 可正确判断茶翅蜡的发生期, 为积极开展有效的防治措施提供理论依据。

因茶翅蜡具有繁殖能力强、发育历期短、寄主范围广、越冬场所隐蔽多样等特点, 加之化学杀虫剂的使用带来农药残留及环境污染等负面影响 (Leskey *et al.*, 2012), 对茶翅蜡的有效防治尤为困难。基于茶翅蜡的生长发育特性, 遵循我国绿色防控指导思想可采用以下防治措施控制该害虫。与若虫和成虫相比, 茶翅蜡的卵易受天敌攻击。据调查有多种卵寄生蜂能够寄生茶翅蜡的卵块, 其优势天敌为茶翅蜡沟卵蜂 *Trissolcus japonicus* (Zhang *et al.*, 2017)。目前, 已有文献报道研究冷冻卵和非受精卵大量繁殖茶翅蜡沟卵蜂 (Haye *et al.*, 2015, Yang *et al.*, 2018), 可在第 1 代成虫产卵初期释放茶翅蜡沟卵蜂, 之后补充释放平腹小蜂 *Anastatus sp.* 和茶翅蜡沟卵蜂 *T. japonicus* 能够有效降低茶翅蜡子代的数量 (Mi *et al.*, 2017)。茶翅蜡若虫扩散能力较差,

尤其是低龄若虫, 且常聚集为害, 因此, 人工摘除其聚集的叶片或果实即可。茶翅蜡成虫期飞翔能力强, 单次可飞行 1 866 m, 建议采用聚集信息素诱捕灭杀。研究发现, 聚集信息素在茶翅蜡越冬前的整个发生季节均有诱捕效果 (Weber *et al.*, 2017)。因此, 有必要进一步研究和开发性诱剂和食诱剂, 通过干扰雌、雄间的化学通讯信号或者大量诱捕降低害虫种群数量。

致谢: 本研究关于茶翅蜡若虫形态特征的描述由中国农业大学彩万志教授指导, 若虫特征图片的编辑由新西兰第一产业部范青海教授帮助完成, 在此一并表示感谢!

参考文献 (References)

- Bariselli M, Bugiani R, Maistrello L, 2016. Distribution and damage caused by *Halyomorpha halys* in Italy. *EPPPO Bull.*, 46(2): 332–334.
- Chu FJ, Zhou ZF, Li SP, Liu XC, 1997. Studies on biological characteristic observation and control methods of *Halyomorpha picus* Fabricius. *Journal of Agricultural University of Hebei*, 20(2): 12–17. [褚风杰, 周志芳, 李瑞平, 刘雪春, 1997. 茶翅蜡生物学特性观察及防治研究. 河北农业大学学报, 20(2): 12–17.]
- Costi E, Haye T, Maistrello L, 2017. Biological parameters of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in southern Europe. *Journal of Pest Science*, 90(4): 1059–1067.
- Cui XY, Li N, Li XY, Hu Q, Bu WJ, 2017. Recognition of late instars of nymphs among nine stinkbug species injuring crops and trees. *Plant Protection*, 43(1): 83–88. [崔新仪, 李宁, 李向永, 胡奇, 卜文俊, 2017. 9 种农林有害蜡类昆虫高龄若虫龄期的区分. 植物保护, 43(1): 83–88.]
- Distant WL, 1899. Rhynchotal notes. III. Heteroptera: Discocephalinae and Pentatominae (part). *Journal of Nature History*, 4(24): 421–445.
- Faúndez EI, Rider DA, 2017. The brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) in Chile. *Arquivos Entomológicos*, 17: 305–307.
- Haye T, Fischer S, Zhang J, Garipey, T, 2015. Can native egg parasitoids adopt the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae), in Europe? *Journal of Pest Science*, 88(4): 693–705.
- Hiruki C, 1997. Paulownia witches'-broom disease important in East Asia. *International Symposium on Urban Tree Health*, (496): 63–68.
- Hoebeker ER, Carter ME, 2003. *Halyomorpha halys* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae): A polyphagous plant pest from Asia newly detected in North America. *Proceedings Entomological Society of Washington*, 105(1): 225–237.

- Hoffmann W, 1931. A pentatomid pest of growing beans in South China. *Peking Nat. Hist. Bull.*, 5(3): 25–26.
- Inkley DB, 2012. Characteristics of home invasion by the brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Entomological Science*, 47(2): 125–130.
- Kawada H, Kitamura C, 1983. The reproductive behavior of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha mista* Uhler (Heteroptera: Pentatomidae). I. Observation of mating behavior and multiple copulation. *Applied Entomology and Zoology*, 18(2): 234–242.
- Leskey TC, Lee DH, Short BD, Wright SE, 2012. Impact of insecticides on the invasive *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae): Analysis on the insecticide lethality. *Journal of Economic Entomology*, 105(5): 1726–1735.
- Li CA, 1982. Biology and control of *Halyomorpha halys*. *Journal of Shanxi University*, (1): 82–83. [李长安, 1982. 茶翅蝽的生物学研究及其防治. 山西大学学报, (1): 82–83.]
- Li XY, Zhao XQ, Yin YQ, Chen AD, Bu WJ, Jiao KL, Li N, Hu Q, 2015. Recognition of the nymph instars of eight common harmful stinkbug species in the fields. *Plant Protection*, 41(4): 100–105. [李向永, 赵雪晴, 尹艳琼, 谌爱东, 卜文俊, 焦克龙, 李宁, 胡奇, 2015. 田间常见 8 种有害害类若虫龄期的区分. 植物保护, 41(4): 100–105.]
- Medal J, Smith T, Cruz AS, 2013. Biology of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) in the laboratory. *Florida Entomologist*, 96(3): 1209–1212.
- Mi QQ, Zhang JP, Han YX, Yan YC, Zhang BX, Li DS, Zhang F, 2017. Releases of *Trissolcus japonicus* and *Anastatus* sp. for suppression of *Halyomorpha halys* in kiwifruits orchards. Proceedings of the 5th International Symposium on Biological Control of Arthropods. Malaysia. 297.
- Mueller G, Luescher IL, Schmidt M, 2011. New data on the incidence of household arthropod pests and new invasive pests in Zurich. Proceedings of the Seventh International Conference on Urban Pests. Switzerland: 99–104.
- Nielsen AL, Hamilton GC, Matadha D, 2008. Developmental rate estimation and life table analysis for *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Environmental Entomology*, 37(2): 348–355.
- Northeastern IPM Center, 2018. Host plants of the brown marmorated stink bug in the U.S. <http://www.stopbmsb.org/whereis-bmsb/host-plants/>.
- Qin WL, 1990. The regularity outbreak and control technique of *Halyomorpha picus* Fabricius. *Plant Protection*, 16(6): 22–23. [秦维亮, 1990. 茶翅蝽发生规律及防治技术. 植物保护, 16(6): 22–23.]
- Qiu LF, 2008. Studies on biology of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae), an important pest for pome trees in China and its biological control. Doctoral dissertation. Beijing: Chinese Academy of Forestry. [仇兰芬. 危害果树的重要害虫——茶翅蝽生物学及其防治研究. 博士学位论文. 北京: 中国林业科学研究院.]
- Rice KB, Bergh CJ, Bergmann EJ, Biddinger DJ, Dieckhoff C, Dively G, Fraser H, Gariepy T, Hamilton G, Haye T, Herbert A, Hoelmer K, Hooks CR, Jones A, Krawczyk G, Kuhar T, Martinson H, Mitchell W, Nielsen AL, Pfeiffer DG, Raupp MJ, Rodriguez-Saona C, Shearer P, Shrewsbury P, Venugopal PD, Whalen J, Wiman NG, Leskey TC, Tooker JF, 2014. Biology, ecology, and management of brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Integrated Pest Management*, 5(3): A1–13.
- Sauer C, 2012. Die marmorierte baumwanze tritt neu im deutschschweizer gemüsebau auf. *Extension Gemüsebau, Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil, Gemüsebau Info*, 28(12): 4–5.
- Sun ZQ, Fu JM, Qiao J, Yan ZS, Du KY, Dong SQ, 1999. Capacity of *Halyomorpha halys* transmitting phytoplasma associated with paulownia witches' broom. *Forest Research*, 12(6): 606–611. [孙志强, 傅建敏, 乔杰, 闫正升, 杜奎宇, 董溯权, 1999. 茶翅蝽对植原体的传播能力. 林业科学研究, 12(6): 606–611.]
- Wang YM, Wang YN, 1988. Studies on the pear bug, *Halyomorpha picus* Fabricius (Hemiptera: Pentatomidae). *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 3(4): 96–101. [王源岷, 王英男, 1988. 梨茶翅蝽研究初报. 华北农学报, 3(4): 96–101.]
- Weber DC, Morrison WR, Khramian A, Rice KB, Leskey TC, Rodriguez-Saona C, Nielsen AL, Blaauw BR, 2017. Chemical ecology of *Halyomorpha halys*: Discoveries and applications. *Journal of Pest Science*, 90(4): 989–1008.
- Yang SY, Zhan HX, Zhang F, Babendreier D, Zhong YZ, Lou QZ, Zhong Y, Zhang JP, 2018. Development and fecundity of *Trissolcus japonicus* on fertilized and unfertilized eggs of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*. *Journal of Pest Science*, 91(4): 1335–1343.
- Yu CL, Jin XF, Liu XQ, Zhao HY, Jin CC, Sun LH, 2002. Study on injury by *Halyomorpha halys* and *Dalycoris baccarum* in pear tree and their control. *China Fruits*, (2): 5–7. [余春林, 金新富, 刘先驱, 赵洪义, 靳彩彩, 孙丽华, 2002. 茶翅蝽和斑须蝽对梨树的危害及防治研究. 中国果树, (2): 5–7.]
- Yu GY, Wang H, Feng SK, 2016. Insects of Wangjiayuan. Beijing: Science Press. 93. [虞国跃, 王合, 冯术快, 2016. 王家园昆虫. 北京: 科学出版社. 93.]
- Zhang JM, Wang H, Zhao LX, Zhang F, Yu GY, 2007. Damage to an organic apple orchard by the brown-marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* and its control strategy. *Chinese Bulletin of Entomology*, 44(6): 898–901. [张君明, 王合, 赵连祥, 张帆, 虞国跃, 2007. 茶翅蝽在生态苹果园的危害和防治策略. 昆虫知识, 44(6): 898–901.]
- Zhang JP, Zhang F, Gariepy T, Mason P, Gillespie D, Talamas E, Haye T, 2017. Seasonal parasitism and host specificity of *Trissolcus japonicus* in northern China. *Journal of Pest Science*, 90(4): 1127–1141.
- Zhang SM, 1985. Economic Insects in China. Volume 31. Hemiptera (1). Beijing: Science Press. 103. [章士美, 1985. 中国经济昆虫志. 第三十一册. 半翅目(一). 北京: 科学出版社. 103.]